

## РЕЦЕНЗИЯ

от д-р инж. Димитър Михайлов Токмаков,  
професор в катедра ЕКИТ, на ФТФ, ПУ „Паисий Хилендарски“, гр. Пловдив

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор“  
по: област на висше образование **5 Технически науки**  
професионално направление **5.3. Комуникационна и компютърна техника**  
докторска програма **Автоматизация на области от нематериалната сфера (медицина, просвета, наука, административна дейност и др.)**

**Автор:** физ. инж. Светослав Генчев Хаджигенчев

**Тема:** Система за телеметрия на геоелектрично съпротивление в сеизмогенни зони

**Научен ръководител:** доц. д-р инж. Слави Любомиров

### 1. Общо описание на представените материали

Със заповед No. РД-21-123/19.01.2024 г. на Ректора на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ) съм определен за член на научно жури за защита на дисертационен труд на физ. инж. Светослав Генчев Хаджигенчев на тема „Система за телеметрия на геоелектрично съпротивление в сеизмогенни зони“, представен за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование 5 Технически науки, професионално направление 5.3. Комуникационна и компютърна техника, докторска програма Автоматизация на области от нематериалната сфера (медицина, просвета, наука, административна дейност и др.).

Докторантът физ. инж. Светослав Генчев Хаджигенчев се е обучавал в редовна форма към катедра “Електроника, комуникации и информационни технологии“ (ЕКИТ) при Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“ и с научен ръководител доц. д-р инж. Слави Любомиров.

Представеният от докторанта физ. инж. Светослав Генчев Хаджигенчев комплект материали на хартиен носител е в съответствие с Чл.36 (1) от Правилника за развитие на академичния състав на ПУ и включва следните документи:

- молба до Ректора на ПУ за разкриване на процедурата за защита на дисертационен труд;
- автобиография в европейски формат;
- становище от ръководителя относно стартиране на процедура по защита;

- протокол от катедрения съвет, свързан с докладване на готовността за откриване на процедурата и с предварително обсъждане на дисертационния труд;
- дисертационен труд;
- автореферат;
- списък и копия на научните публикации по темата на дисертацията;

## **2. Кратки биографични данни за докторанта**

Не познавам лично докторанта и биографични сведения получих от представената автобиография.

Физ. инж. Светослав Генчев Хаджигенчев е завършил Физическия факултет на СУ „Климент Охридски“ специалност „Физика“ със специализация Физика на земята, атмосферата и космоса през 1982г. През 1989 завършва второ висше образование като електроинженер със специалност „Електронна техника и микроелектроника“ във ВМЕИ-Габрово.

Трудовата му дейност започва в „Национален институт по Геофизика, Геодезия и География - БАН“ през 1982 г. като сеизмолог в сеизмична станция „Рожен”

От 1998г. до 2001г. е ръководител на акредитирана Централна изпитвателна лаборатория в Гамакабел АД - Смолян и отговаря за измерване и изпитване на кабели и проводници, метрология, стандартизация и контрол по качеството.

От 2012г. до 2022г. е главен експерт – физик в Регионална здравна инспекция, гр. Смолян, където се занимава с измерване фактори на работната среда: микроклимат, осветление, шум, прах, електромагнитни полета, радон и химични агенти.

Притежава компетентности по проектиране, изработване и програмиране на микроконтролери, измерване на концентрацията на фини прахови частици, въглероден, серен и азотен диоксид, радон и обработка на резултатите от измерванията.

От 02.2022г. е зачислен като редовен докторант в катедра ЕКИТ, на ФТФ при ПУ „Паисий Хилендарски“ по област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление 5.3 Комуникационна и компютърна техника, докторска програма Автоматизация на области от нематериалната сфера (медицина, просвета, наука, административна дейност и др.) с ръководител доц. д-р Слави Любомиров и тема на дисертационния труд : „Система за телеметрия на геоелектрично съпротивление в сеизмогенни зони“.

Имайки пред вид данните от автобиографията , както и успешното му обучение му като редовен докторант във ФТФ на ПУ „П.Хилендарски“, мога да направя заключение, че докторантът Физ. инж. Светослав Генчев Хаджигенчев притежава необходимата

образователна и практическа подготовка.

### **3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи**

Проблемът с предсказването на земетресения е все още нерешен в световен мащаб въпреки множеството научни изследвания и публикации по темата. Ето защо тематиката на дисертационния труд е изключително актуална и съвременна, като се търси предвестник на земетресенията чрез измерване на промени на физически параметри в дадени сеизмогенни зони.

Темата на настоящия дисертационен труд е свързана с изследванията в областта на прогнозиране на земетресения и по-конкретно с мониторинга на един от утвърдилите се прогностични ефекти - промяната на електрическото съпротивление на земната кора в процеса на подготовка на земетресенията.

Целта и задачите са формулирани след увода в дисертацията. Основната цел на изследването, формулирана в дисертацията е „да се разработи система за телеметрия на геоелектрично съпротивление и други предвестници на земетресения в сеизмогенни зони.“

За постигането на целта на дисертацията са поставени следните задачи:

1. Да се проучат резултатите от изследванията на промените на геоелектричното съпротивление и съществуващите методи и средства за измерването му, извършвани с цел установяване на връзката им със земетресенията.

2. Да се избере подходящ метод и да се проектира апаратура за измерване на вариациите на геоелектрическото съпротивление. Симулационно да се изследва работата на основните блокове с интегрирани среди за проектиране и анализ. Да се разработи метод за калибровка и проверка на апаратурата. Да се изследва влиянието на шумовете върху резултатите от измерванията.

3. Да се извърши хардуерна реализация на апаратура за измерване на вариациите на геоелектрическото съпротивление. Да се разработи управляващ измерванията софтуер и монтира апаратурата в полеви условия.

4. Да се реализира система за предаване, обработка и визуализация на данни от геоелектрични и други измервания. Да се разработи програма за първоначална обработка на получените данни.

Смятам, че така поставените задачи отговарят на целта на дисертацията и успешното им изпълнение е гаранция за висококачествено научно изследване.

### **4. Познаване на проблема**

В литературният обзор, докторантът е разгледал съвременното състояние на проблемите за предсказване на земетресения по различни предвестници като е проучил 70 литературни

източника индексирани в световните бази за научни изследвания Scopus и Web of Sciences, повечето от тях актуални от последните 10 години.

Считам, че от направеното литературно проучване докторантът е класифицирал предвестниците на земетресенията съгласно данните от литературния обзор, както е описал и собствен опит в тази област като сеизмолог в сеизмологичната станция Рожен.

Оценена е нееднозначността на предвестниците на земетресенията, като е подчертано че е възможно да се намери корелация между промените на геоелектричното съпротивление и наблюдаваните предвестникови ефекти и локалните параметри на земетресението.

Това ми дава основание да преценя, че докторантът е запознат с тенденциите и научните изследвания в предвестниците на земетресения, системите за измерване на геоелектрично съпротивление и интерпретиране на данните от тези измервания като предвестник на земетресенията.

## **5. Методика на изследването**

Във връзка с изпълнение на формулираната цел на дисертационния труд, за решаване на поставените задачи докторантът е използвал различни теоретични и практически подходи и методики. Обектът на изследването е система за телеметрия на геоелектрично съпротивление в сеизмогенни зони.

Считам, че докторантът Физ. инж. Светослав Генчев Хаджигенчев правилно е структурирал методически своята работа, като е спазил етапите за всяко научно изследване – проучил е проблема, предлага решение, което реализира, тества и анализира.

Разработената, проектирана и реализирана апаратура за измерване на вариациите на геоелектрическото съпротивление представлява сложна система от хардуер, софтуер, захранващ блок и комуникационна част, която измерва геоелектричното съпротивление и предава данните от измерванията дистанционно.

Докторантът правилно използва системен подход и е декомпозирал процеса на съставни процеси, като за всеки от тях извършва анализ, предлага и реализира схемно или софтуерно решение и впоследствие тези решения ги интегрира в цялостна система. От методическа гледна точка, в своята разработка докторантът е демонстрирал научна култура и професионални умения за интегриране решенията на широкоспектърни и комплексни задачи в една обща установка, предвид различното естество на модулите на системата и необходимостта от тяхната съвместна работа. Използваната методология на работа е правилно подбрана в съответствие с решаване на поставените задачи и постигане на целта.

## 6. Характеристика и оценка на дисертационния труд

Представеният за рецензиране дисертационен труд е с общ обем от 166 страници и съдържа 86 фигури (снимки, схеми, графики), 5 таблици и 19 формули . Дисертационни труд е съставен от въведение, четири глави, заключение с приноси на дисертационния труд, списък с научни трудове, свързани с разработката, насоки за бъдещо развитите , използвана литература и приложения.

Дисертационното изследване е проведено в рамките на докторантска програма към катедра ЕКИТ на ПУ, на базата на която са извършени и основните проучвателни, проектни и експериментални дейности.

В първа глава с обем 46 стр. е направен литературен обзор на проблемите за предсказване на земетресения, класификация на предвестниците и мястото на вариациите на геоелектричното съпротивление в тях. Представен е и Българският опит в мониторинга и прогнозирането на земетресенията. Представени са научни данни за природата на земното електросъпротивление. Представени са методите за измерване на геоелектричното съпротивление. Обсъдени са някои резултати от наблюдения на вариациите на привидното съпротивление в процеса на подготовка на земетресения в България и по света.

В глава втора от дисертационния труд е проектирана и реализирана апаратура за измерване на вариациите на геоелектрическото съпротивление. За проектираната и реализирана установка е избрана симетрична схема на Schlumberger, която има редица предимства пред другите методи за измерване. Показано е географското разположение на установката в землището на с. Дунево, обл. Смолян.

Представена е блокова схема на полевата част на реализираната апаратура, включваща следните блокове: ESP32 - централен процесорен модул, RTC - часовник за реално време, SD card - SD карта, AMPU - усилвател на канала за измерване на напрежение, AMPI - усилвател на канала за измерване на ток, H BRIDGE - H мост, DC-DC - управляем инвертор, I2C ADC, I2C DAC - АЦП и ЦАП на I2C шина, LORA - модул за LoRa модулация, PM - модул за управление на захранването, TLP250 - оптоизолатори, ISO1540 - изолатори на I2C шина, HLK5D1212 - изолирани DC-DC преобразуватели, Rain CPU - процесор за измерване на валежи, Rain Gauge - съд за валежи, АТН20 – модул за измерване на метеорологични параметри, Ri – съпротивление за измерване на тока.

Представени са блокова и принципна схема на разработената апаратура, резултати от компютърни симулации, метод за калибриране на системата.

Глава трета е посветена на софтуерното управление и практическа реализация на апаратурата за измерване на вариациите на геоелектрическото съпротивление. Представен е алгоритъм на работа на програмата за управление на измерванията и фрагменти от кода

формиращ firmware за ESP32. Показани са разработени оригинални печатни платки и общ вид на конструираната и сглобена система. Представени са снимки на монтираните електроди в местността на землището на с. Дунево, обл. Смолян, както и снимки от настройването на апаратурата на терен.

Представени са резултати от наблюденията на геоелектричното съпротивление при реализирани земетресения за периода на измерване с магнитуд  $\geq 2.5$  и разстояния до 100 км от мястото на наблюдение. Оценени са факторите засушаване и количество на валежите влияещи върху вариациите на геоелектрическото съпротивление.

Глава 4 е посветена на вградената IoT система за отдалечено предаване на данните чрез LoRaWan модем и използването на платформата ThinkSpeak (собственост на MathWorks) за записване, визуализация и анализ на получените данни. Представен е фрагмент от кода за обработка на суровите данни в MATLAB Analysis на ThinkSpeak. Разработена е и web страница за визуализация на данните от измерванията на адрес: <http://www.ra-monitoring.bg.cm/>.

Дисертационният труд е разработен в катедра ЕКИТ на ПУ „Паисий Хилендарски“ и системата за измерване на вариациите на геоелектрическото съпротивление е внедрена в реални условия на терен.

Физ. инж. Светослав Генчев Хаджигенчев е извършил развойна и изследователска работа, провел е експериментални изследвания и е направил обобщения и изводи, като резултатите са представени чрез подходящ снимков, табличен и графичен материал.

## **7. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката**

В представения дисертационен труд има съответствие между целта, поставените задачи за нейното реализиране и представените резултати от проведените теоретични и експериментални разработки и по същество работата съдържа резултати, които могат да се определят като научно-приложни и приложни приноси с превес на приложните.

В заключението на дисертацията докторантът е представил своето виждане за приносите на разработката, като са разделени в две категории – научно-приложни и приложни:

Научно-приложните приноси:

1. Изследвани и систематизирани са съществуващите методи, техники и средства в областта на регистрирането на измененията на геоелектричното съпротивление във връзка с подготовката на земетресения.

2. Анализирани са възможните източници на шум, начините за редуцирането им и резултатите от наблюденията на вариации на привидното съпротивление в процеса на подготовка на земетресения.

3. Показана и анализирана е регистрираната от автора аномалия при измерване на привидното съпротивление в района на гр. Стражица, след разрушителното земетресение от 07.12.1986г. ( $M=5.7$ ). Предполага се, че наблюдаваната аномалия (~14%), предхождаща най-големия (за периода на наблюдение) афтершок, този от 11.05.1987г. ( $M=3.6$ ), е свързана със сеизмичната активност.

4. Изследвано е влиянието на засушаването върху контактното съпротивление на електродите, респ. на стойността на работния ток и измерваното геоелектрично съпротивление. Извършена е крос-корелация с температурата и количеството на валежите.

Като приложни приноси, докторантът е посочил следните:

1. Проектирана и хардуерно е реализирана апаратура за измерване на вариациите на геоелектрическото съпротивление и на метеорологични параметри. Монтирана е в землището на с. Дунево, обл. Смолян.

2. Реализирани са модули за калибровка и проверка на апаратурата за измерване на вариациите на геоелектрическото съпротивление. Направена е оценка на грешката от измерванията.

3. Представени са получени данни от регистрацията на геоелектрическото съпротивление и метеорологичните параметри за осем месечен период, заедно със записани земетресения с магнитуд по-голям от 2.5 по скалата на Рихтер и епицентрални разстояния до 100 км. Описан е алгоритъм за премахване на отклоненията и изглаждане на „суровите“ данни.

4. Софтуерно е осъществена възможност за регистрация, предаване, обработка, съхранение и визуализация на получаваните сензорни данни в облачна платформа. Създадена е програма в средата на MATLAB за обработка на данните от станцията и тяхната визуализация в реално време.

Считам, че представените от докторанта претенции с класификация на приносите, отговарят и детайлизират получените резултати, съобразно спецификата на тяхната значимост.

Стойността на разработката следва да се оцени високо, предвид че разработената измервателна система е внедрена реални условия на терен и събира данни за геоелектричното съпротивление в посочения район. Считам че получените приноси могат да се определят като съществени за науката и практиката.

## **8. Преценка на публикациите по дисертационния труд**

Докторантът Физ. инж. Светослав Генчев Хаджигенчев е представил списък от 5 труда, като всички са на български език. Четири от публикациите са самостоятелни и една е в съавторство с неговия научен ръководител.

Четири от публикации са на научни конференции на Съюза на учените в България, които се рецензират, а една е на международна научна конференция и е публикувана в сборника на университетското издателство „Паисий Хилендарски“

Чрез представените научни публикации, свързани с дисертационния труд докторантът Физ. инж. Светослав Генчев Хаджигенчев има осигурени 90 точки по отношение на минималните национални изисквания за публикационната дейност при необходими 30 точки, т.е. преминава прага от три пъти.

Така представените данни ми дават основание да направя извода, че е осигурена необходимата публичност на изследванията в дисертационния труд.

## **9. Лично участие на докторанта**

От представените пет публикации по дисертационния труд отразяващи в същество получените резултати от разработката, няма съмнение за личното участие на докторанта, както и свидетелства за съществения му принос към получените резултати.

## **10. Автореферат**

Авторефератът е в обем от 32 стр. и достоверно отразява в резюмиран вид съдържанието на дисертационния труд, като съдържа обща характеристика на дисертационния труд, цел и задачи на дисертационния труд, резултати от литературното проучване в първа глава, основните акценти от разработката на докторанта, представени в останалите три от четири глави, заключение, основни приноси и научни трудове по дисертационния труд.

## **11. Критични забележки и препоръки**

Особени забележки към изложението и оформянето на дисертационния труд нямам.

Дисертационният труд показва, че целта е постигната и че кандидатът притежава задълбочени теоретични знания по съответната специалност и способности за самостоятелни научни изследвания.

## **12. Препоръки за бъдещо използване на дисертационните приноси и резултати**

Позволявам си да направя препоръка към докторанта да продължи с надграждане на така разработената измервателна система за телеметрия на геоелектричното съпротивление, като добави нови сензори, които да измерват други физични величини на средата, които биха могли да бъдат други предвестници на дадено земетресение.

Също така е добре, докторантът да подготви една интегрална статия по темата на дисертацията на английски език, която да бъде публикувана в списание с импакт фактор



индексирано то световните бази данни Scopus и Web of Science.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд представлява стойностна научна разработка и докторантът Физ. инж. Светослав Генчев Хаджигенчев е изпълнил поставените цел и задачи.

Дисертационният труд **съдържа оригинални научно-приложни и приложни приноси** и **отговаря на** изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на ПУ „Паисий Хилендарски“ за присъждане на ОНС „доктор“.

Дисертационният труд показва, че докторантът Физ. инж. Светослав Генчев Хаджигенчев **притежава** задълбочени теоретични знания и професионални умения по научна специалност 5.3 Комуникационна и компютърна техника, като **демонстрира** качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване и решаване на задачи.

Като се имат предвид достойнствата, актуалността, значимостта на представеният ми за рецензия дисертационен труд, му давам положителна оценка и предлагам на научното жури да присъди на Физ. инж. Светослав Генчев Хаджигенчев образователната и научна степен **„ДОКТОР“** в научна област 5. Технически науки, Професионално направление: 5.3. Комуникационна и компютърна техника, докторска програма „Автоматизация на области от нематериалната сфера (медицина, просвета, наука, административна дейност и др.)”

20.02.2024 г.

Рецензент:

*(проф. д-р инж. Димитър Токмаков)*